



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Visión computacional
Clave de la asignatura:	IAD-2430
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería inteligencia artificial

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Importancia de la asignatura: La asignatura de Visión Computacional es esencial dentro del programa de ingeniería en inteligencia artificial, ya que proporciona a los estudiantes habilidades críticas para interpretar y manipular visualmente el entorno digital y físico. La capacidad para procesar y analizar imágenes digitales es fundamental en numerosas aplicaciones modernas, desde la automatización industrial y vehículos autónomos hasta sistemas de seguridad y diagnóstico médico.</p> <p>Explicación de la asignatura: Esta asignatura enseña a los estudiantes a aplicar técnicas de procesamiento de imágenes y visión artificial, incluyendo desarrollo y programación de algoritmos que abarcan tanto métodos matemáticos como computacionales. El curso cubre temas como la transformación de intensidad, filtrado, procesamiento morfológico y segmentación, enfocados principalmente en la detección y reconocimiento de objetos.</p> <p>Aportación al perfil de egreso: La asignatura aporta al perfil del egresado la capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordinar y participar en equipos multidisciplinares aplicando soluciones innovadoras en diferentes contextos tecnológicos. • Diseñar, implementar y administrar sistemas de procesamiento de imágenes que optimizan los recursos tecnológicos y cumplen con normativas de seguridad. • Desarrollar software que mejora la productividad y competitividad organizacional, integrando soluciones de visión computacional. • Evaluar y seleccionar tecnologías de hardware adecuadas para soportar aplicaciones de procesamiento de imágenes de manera eficiente y efectiva. <p>Relaciones con Otras Asignaturas (Revisada) La asignatura "visión computacional" se integra y complementa con diversas áreas del plan de estudios en ingeniería en inteligencia artificial, destacando su interrelación con los siguientes cursos para fortalecer las competencias específicas y facilitar la implementación de proyectos integradores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo diferencial, cálculo integral, y cálculo vectorial: estas materias proporcionan las herramientas matemáticas fundamentales para entender y desarrollar algoritmos de procesamiento de imágenes, especialmente en la manipulación y transformación de matrices e interpretación de espacios multidimensionales.
--

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



- **Ecuaciones diferenciales:**
apoya en el desarrollo de modelos para simulaciones dinámicas en visión computacional, útiles en la modelación del movimiento y cambios de entorno que pueden ser capturados a través de imágenes.
- **Álgebra lineal:**
esencial para el manejo de transformaciones lineales y operaciones de matrices que son cruciales en la manipulación de imágenes y datos en visión computacional.
- **Probabilidad y estadística, estadística inferencial:**
proporcionan bases para el análisis de incertidumbres y el manejo de datos en técnicas de aprendizaje automático aplicadas en la visión computacional.
- **Modelos de aprendizaje automático y aprendizaje automático profundo:**
estos cursos son directamente aplicables en la creación de modelos predictivos y redes neuronales que se utilizan para el reconocimiento de patrones en imágenes, una de las aplicaciones más avanzadas de la visión computacional.
- **Procesamiento de señales digitales:**
comparte técnicas de filtrado y transformadas que son utilizadas para la mejora y transformación de imágenes digitales.
- **Programación para inteligencia artificial:**
proporciona las habilidades de programación específicas necesarias para implementar algoritmos complejos utilizados en la visión computacional.
- **Robótica:**
Utiliza principios de visión computacional para interpretar el entorno y permitir la interacción autónoma de los robots con su entorno.

Intención didáctica

Manera de abordar los contenidos:

la asignatura de visión computacional será tratada a través de un enfoque teórico-práctico, balanceando la entrega de contenido conceptual con aplicaciones prácticas mediante laboratorios y proyectos. Se fomentará el uso de simulaciones computacionales, desarrollo de software y análisis crítico de estudios de caso, para una comprensión integral de las técnicas y tecnologías involucradas.

Enfoque de los contenidos:

los contenidos se abordarán desde una perspectiva integrativa y aplicada, enfocándose en cómo las técnicas de visión computacional se utilizan para resolver problemas reales en diversas áreas como la robótica, la medicina y la seguridad. El curso se centrará en desarrollar no solo habilidades técnicas, sino también la capacidad de evaluar críticamente las implicaciones éticas y prácticas de la tecnología de visión computacional.

Extensión y profundidad de los contenidos:

los temas serán cubiertos en profundidad suficiente para permitir a los estudiantes desarrollar sistemas de visión computacional autónomos. Esto incluye desde la adquisición de imágenes y preprocesamiento, hasta el reconocimiento de objetos y la interpretación de escenas complejas. Se alentará la exploración de literatura actualizada y tecnologías emergentes para complementar los aprendizajes.



Actividades del estudiante para el desarrollo de competencias genéricas:

- **Trabajo en equipo:** los estudiantes participarán en proyectos grupales que simulan entornos de trabajo reales, fomentando la colaboración y la comunicación efectiva.
- **Pensamiento crítico:** se realizarán debates y análisis de casos de estudio para discutir las aplicaciones y las implicaciones éticas de la tecnología.
- **Resolución de problemas:** a través de ejercicios prácticos y la creación de proyectos, los estudiantes enfrentarán desafíos que requieren soluciones innovadoras.
- **Autoaprendizaje:** se motivará a los estudiantes a investigar y presentar sobre las últimas tendencias y desarrollos en el campo de la visión computacional.

Competencias genéricas desarrolladas:

- **Capacidad de análisis y síntesis:** los estudiantes aprenderán a descomponer problemas complejos y a sintetizar soluciones aplicando técnicas de visión artificial.
- **Habilidades de investigación:** fomentando la búsqueda de información actualizada y relevante para sus proyectos y prácticas.
- **Habilidades para el aprendizaje autónomo:** los estudiantes serán alentados a aprender de manera continua y autodirigida para mantenerse al día con los avances tecnológicos.
- **Responsabilidad social y compromiso ciudadano:** se discutirá el impacto de la visión computacional en la sociedad para promover el desarrollo de tecnologías responsables.

Papel del docente:

el docente actuará como facilitador y guía en el proceso de aprendizaje, proporcionando recursos, orientación y feedback constructivo. Deberá promover un ambiente de aprendizaje que estimule la curiosidad y la innovación, apoyando a los estudiantes en la realización de sus proyectos y asegurando que comprendan tanto la teoría como sus aplicaciones prácticas. Además, el docente deberá estar actualizado en los avances del campo para integrar continuamente nuevos conocimientos y tecnologías al curso.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico Nacional de México del 4 al 6 de marzo de 2024	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Chihuahua, Iztapalapa III, La Paz, Matehuala, Mérida, Minatitlán, Querétaro, Saltillo, Tijuana. Institutos Tecnológico Superior de Teziutlán. Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca.	Propuesta sintética de la carrera de Ingeniería en Inteligencia Artificial



<p>Tecnológico Nacional de México del 22 al 26 de abril de 2024</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Chihuahua, Iztapalapa III, La Paz, Matehuala, Mérida, Minatitlán, Querétaro, Saltillo, Tijuana. Institutos Tecnológico Superior de Teziutlán, Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca.</p>	<p>Diseño y/o desarrollo curricular de la carrera de Ingeniería en Inteligencia Artificial</p>
<p>Tecnológico Nacional de México del 27 al 31 de mayo de 2024</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, La Paz, Matehuala, Mérida, Minatitlán.</p>	<p>Consolidación curricular de la carrera de Ingeniería en Inteligencia Artificial</p>

4. Competencia(s) a desarrollar

<p align="center">Competencia(s) específica(s) de la asignatura</p>
<p>Diseña e implementa sistemas avanzados de procesamiento de imágenes digitales que, utilizando algoritmos matemáticos y computacionales, permiten la detección y el reconocimiento de objetos en diversos contextos y condiciones de operación.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> ● Comprende y aplica métodos matemáticos fundamentales en áreas como álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, y estadística para resolver problemas relacionados con la manipulación y análisis de datos. ● Desarrolla y ejecuta programas computacionales utilizando lenguajes de programación y herramientas adecuadas para el manejo de datos y algoritmos, en entornos controlados y predefinidos. ● Analiza y sintetiza información proveniente de diversas fuentes para formular soluciones efectivas a problemas complejos en contextos académicos. ● Utiliza técnicas básicas de procesamiento de señales digitales para la mejora y transformación de datos en aplicaciones sencillas. ● Implementa estructuras de datos y algoritmos eficientes para la optimización de procesos computacionales en tareas simples.
--



6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al procesamiento de imágenes digitales.	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Orígenes del procesamiento de imágenes digitales. <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1. Historia y evolución de las tecnologías de imagen. 1.1.2. Aplicaciones clave a lo largo del tiempo. 1.2. Componentes de un sistema de procesamiento de imágenes. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1. Hardware necesario para la captura y procesamiento. 1.2.2. Software y algoritmos básicos. 1.3. Elementos de percepción visual. <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1. Fundamentos de la visión humana. 1.3.2. Comparación con la visión por computadora. 1.4. Adquisición de imágenes. <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1. Técnicas de captura de imágenes. 1.4.2. Formatos y estándares de imágenes digitales. 1.5. Relaciones entre píxeles. <ul style="list-style-type: none"> 1.5.1. Vecindad y conectividad. 1.5.2. Métodos de interpolación y extrapolación de píxeles.
2	Transformación y filtrado de imágenes.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Principios básicos. <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1. Teoría de la señal en imágenes. 2.1.2. Transformaciones lineales y no lineales. 2.2. Funciones de transformación de intensidad. <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1. Ajuste de contraste y brillo. 2.3. Procesamiento de histograma. <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1. Análisis de histograma. 2.3.2. Aplicaciones del procesamiento de histograma. 2.4. Filtrado espacial. <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1. Máscaras y kernels. 2.4.2. Filtros de suavizado y de realce.



		<p>2.5. Principios del filtrado en el dominio de la frecuencia.</p> <p>2.5.1. Transformada de Fourier.</p> <p>2.5.2. Filtros pasa-bajo y pasa-alto.</p>
3	Procesamiento morfológico de imágenes.	<p>3.1. Principios matemáticos básicos.</p> <p>3.1.1. Estructuración de elementos matemáticos.</p> <p>3.1.2. Operaciones básicas de morfología.</p> <p>3.2. Erosión y dilatación.</p> <p>3.2.1. Implementación técnica.</p> <p>3.2.2. Ejemplos prácticos.</p> <p>3.3. Apertura y cierre.</p> <p>3.3.1. Diferencias y aplicaciones.</p> <p>3.3.2. Combinación para el análisis de formas.</p> <p>3.4. Algoritmos morfológicos básicos.</p> <p>3.4.1. Desarrollo y optimización.</p> <p>3.4.2. Casos de uso en la industria y la investigación.</p> <p>3.5. Procesamiento morfológico en imágenes en escala de grises.</p> <p>3.5.1. Técnicas específicas para grises.</p> <p>3.5.2. Problemas típicos y soluciones.</p>
4	Segmentación de imágenes.	<p>4.1. Principios fundamentales.</p> <p>4.1.1. Métodos y técnicas de segmentación.</p> <p>4.1.2. Evaluación de la efectividad de segmentación.</p> <p>4.2. Detección de puntos, líneas y bordes.</p> <p>4.2.1. Algoritmos específicos.</p> <p>4.2.2. Optimización y precisión.</p> <p>4.3. Umbralado.</p> <p>4.3.1. Métodos automáticos y manuales.</p> <p>4.3.2. Selección de umbrales óptimos.</p> <p>4.4. Segmentación basada en regiones.</p> <p>4.4.1. Técnicas de crecimiento de regiones.</p> <p>4.4.2. Clasificación y etiquetado de regiones.</p>



5	Representación, descripción y reconocimiento de objetos	<p>5.1. Representación.</p> <p>5.1.1. Métodos de representación de formas y texturas.</p> <p>5.1.2. Eficiencia en el almacenamiento y la recuperación.</p> <p>5.2. Descriptores de frontera.</p> <p>5.2.1. Cálculo de características de contorno.</p> <p>5.2.2. Aplicaciones en el reconocimiento de patrones.</p> <p>5.3. Descriptores de regiones.</p> <p>5.3.1. Atributos estadísticos y geométricos.</p> <p>5.3.2. Utilidad en clasificaciones complejas.</p> <p>5.4. Reconocimiento de objetos</p> <p>5.4.1. Técnicas de aprendizaje máquina aplicadas.</p> <p>5.4.2. Sistemas de reconocimiento en tiempo real.</p>
---	---	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción al procesamiento de imágenes digitales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Diseña y analiza sistemas básicos de procesamiento de imágenes digitales, comprendiendo los componentes y la percepción visual asociada.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis ● Habilidad para trabajar en equipo y comunicar efectivamente los hallazgos. ● Capacidad para aplicar tecnología en el análisis de datos visuales. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Documentar y discutir en grupos los componentes de sistemas reales de procesamiento de imágenes. ● Realizar investigaciones sobre los orígenes y la evolución del procesamiento de imágenes digitales utilizando diversas fuentes tecnológicas. ● Analizar y presentar estudios de casos que ilustren la aplicación de la percepción visual en sistemas tecnológicos modernos.



2. Transformación y filtrado de imágenes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Aplica transformaciones y técnicas de filtrado para mejorar la calidad de las imágenes digitales en diferentes contextos.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad para gestionar y controlar variables en experimentos prácticos. ● Desarrollo de habilidades para la búsqueda y selección de información técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollar experimentos para aplicar diferentes métodos de filtrado, observando y analizando los resultados obtenidos. ● Discutir en grupos las implicaciones tecnológicas y ambientales de las tecnologías de filtrado de imágenes.
3. Procesamiento morfológico de imágenes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Implementa técnicas de morfología matemática para modificar y analizar estructuras dentro de las imágenes.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Habilidad para la planeación y organización de actividades experimentales. ● Fomento de la integración de contenidos a través del desarrollo de proyectos interdisciplinarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Organizar y ejecutar experimentos prácticos que incluyan la erosión y dilatación de imágenes, registrando meticulosamente las observaciones y ajustes realizados. ● Propiciar debates en los que se discutan las aplicaciones de la morfología matemática en el contexto de la sostenibilidad ambiental.
4. Segmentación de imágenes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Analiza y aplica métodos de segmentación para identificar y aislar distintas características y objetos en una imagen.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad para inducir y deducir información a partir de experimentos prácticos. ● Desarrollo de habilidades para el trabajo colaborativo y el intercambio argumentado de ideas. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar segmentaciones utilizando diferentes técnicas y analizar los resultados en términos de su eficacia y aplicabilidad. ● Establecer conexiones entre los métodos de segmentación y sus implicaciones en aplicaciones reales, discutiendo en grupos las soluciones propuestas.



4. Representación, descripción y reconocimiento de objetos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Representa, describe y reconoce objetos en imágenes utilizando técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo de habilidades analíticas para la investigación y aplicación de nuevos conocimientos. ● Fomento de la comunicación efectiva y la reflexión crítica sobre el impacto tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Investigar y aplicar técnicas avanzadas de reconocimiento de objetos, analizando la precisión y la relevancia de los métodos en estudios de caso específicos. ● Discutir en grupos la relación entre las tecnologías de reconocimiento de objetos y su impacto en el medio ambiente y la sociedad.

8. Práctica(s)

<p>Investigación sobre avances actuales en procesamiento digital de imágenes</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Objetivo: mantener a los estudiantes al día con las últimas tecnologías y avances en el campo. ● Competencias específicas: analiza y evalúa tecnologías emergentes en el procesamiento de imágenes. ● Competencias genéricas: desarrollo de habilidades de investigación, capacidad de análisis y síntesis. ● Descripción: los estudiantes investigarán las últimas publicaciones y productos en el mercado relacionados con el procesamiento digital de imágenes, prepararán informes y los presentarán para discusión en clase. <p>Desarrollo de software para procesamiento punto a punto y por vecindades</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Objetivo: aplicar conceptos de manipulación directa de píxeles y vecindades para modificar imágenes. ● Competencias específicas: implementa operaciones básicas y avanzadas de procesamiento de imágenes. ● Competencias genéricas: habilidad para aplicar conocimientos en un contexto práctico, fomento del trabajo en equipo y la planificación. ● Descripción: los estudiantes desarrollarán programas que realicen tareas específicas como ajuste de brillo, contraste y aplicación de filtros, tanto en operaciones punto a punto como en procesamiento por vecindades.
--



Simulación de procesos matemáticos en procesamiento morfológico

- **Objetivo:** comprender y aplicar técnicas morfológicas matemáticas para la modificación estructural de imágenes.
- **Competencias Específicas:** aplica técnicas de morfología para mejorar o extraer características de imágenes.
- **Competencias Genéricas:** resolución de problemas, manejo y control de variables y datos relevantes.
- **Descripción:** los estudiantes utilizarán software de simulación para aplicar erosión, dilatación, apertura y cierre en imágenes, analizando los efectos y optimizando los parámetros.

Mejora y restauración de imágenes

- **Objetivo:** restaurar imágenes dañadas y mejorar la calidad de imágenes digitales mediante técnicas avanzadas.
- **Competencias Específicas:** desarrolla algoritmos para la restauración de imágenes y mejora de la calidad visual.
- **Competencias Genéricas:** capacidad de análisis y síntesis, habilidad para trabajar de forma autónoma y en equipo.
- **Descripción:** en un entorno de laboratorio, los estudiantes implementarán técnicas como la eliminación de ruido, la corrección de desenfoque y el mejoramiento de detalles.

Sistema de detección y reconocimiento de objetos

- **Objetivo:** crear un sistema integral que utilice técnicas de visión artificial para identificar y clasificar objetos en imágenes.
- **Competencias específicas:** diseña e implementa sistemas completos para el reconocimiento automático de objetos.
- **Competencias genéricas:** integración de contenidos, desarrollo de habilidades para la experimentación y aplicación práctica de conceptos aprendidos.
- **Descripción:** los estudiantes trabajarán en proyectos de grupo para desarrollar un sistema que pueda detectar y reconocer objetos utilizando algoritmos de aprendizaje automático y procesamiento de imágenes.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.



- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

1. Enfoque de evaluación:

La evaluación por competencias se enfocará en observar, medir y validar las competencias específicas y genéricas que los estudiantes deben desarrollar. Esto incluye no solo los conocimientos técnicos, sino también habilidades prácticas, capacidad de análisis, resolución de problemas, y trabajo en equipo.

2. Métodos de evaluación continua:

- **Evaluaciones formativas:** se realizarán a lo largo del curso para proporcionar retroalimentación continua a los estudiantes. Esto incluirá:
 - **Revisiones de código:** evaluación regular de los programas y algoritmos desarrollados por los estudiantes para asegurar que aplican correctamente las técnicas de visión artificial.
 - **Presentaciones de proyecto:** presentaciones intermedias y finales donde los estudiantes deben demostrar el progreso y los resultados de sus proyectos de asignatura.
 - **Pruebas cortas y Quizzes:** realizados periódicamente para evaluar la comprensión de los conceptos teóricos.
- **Evaluaciones Sumativas:** se realizarán al final de cada unidad para evaluar la comprensión y la aplicación de los conceptos aprendidos. Estas pueden incluir:
 - **Exámenes escritos:** preguntas de opción múltiple, verdadero/falso, y respuestas cortas que cubren teoría y práctica.
 - **Proyectos de unidad:** evaluación de los proyectos o prácticas realizadas que correspondan a temas específicos.
 - **Autoevaluaciones y evaluaciones por pares:** para fomentar la reflexión sobre el propio aprendizaje y el de los compañeros.



3. Criterios de evaluación:

Cada actividad y evaluación estarán alineadas con competencias específicas a desarrollar. Los criterios incluirán:

- **Calidad Técnica:** correctitud y eficiencia de las soluciones y proyectos desarrollados.
- **Innovación y Creatividad:** capacidad de aplicar el conocimiento en soluciones innovadoras.
- **Participación Activa:** involucramiento en discusiones en clase, trabajos en grupo, y actividades en línea.
- **Desarrollo Profesional:** madurez y profundidad en la aplicación de conocimientos y habilidades durante las presentaciones y defensas de proyectos.

4. Feedback y mejora continua:

El proceso de evaluación incluirá oportunidades para que los estudiantes reciban retroalimentación constructiva sobre su rendimiento. Esto ayudará a identificar áreas de mejora y fortalecer las competencias adquiridas. Además, se fomentará que los estudiantes utilicen esta retroalimentación para mejorar su desempeño en evaluaciones futuras.

11. Fuentes de información

1. Ahad, M. A. R., Kobashi, S., & Tavares, J. (2018). Advancements of Image Processing and Vision in Healthcare. *Journal of Healthcare Engineering*, 2018.
2. Dhabliya, D., Ugli, I. S. M., Murali, M., Abbas, A. H. R., & Gulbahor, U. (2023). Computer Vision: Advances in Image and Video Analysis. *E3S Web of Conferences*.
3. Fan, M., & Liu, Y. (2022). Image processing technology based on computer vision algorithm. 2022 4th International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacturing (AIAM), 847-850.
4. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing (4th ed.)*. Pearson Education. ISBN: 9780133356724.
5. Kim, M. S., Kim, M. S., Lee, G. J., Sunwoo, S.-H., Chang, S., Song, Y., & Kim, D.-H. (2021). Bio-Inspired Artificial Vision and Neuromorphic Image Processing Devices. *Advanced Materials Technologies*, 7.
6. Shapiro, L. G., & Stockman, G. C. (2001). *Computer Vision*. Prentice Hall. ISBN: 0130307963.
7. Zhang, X., & Xu, S. (2020). Research on Image Processing Technology of Computer Vision Algorithm. 2020 International Conference on Computer Vision, Image and Deep Learning (CVIDL), 122-124.